

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫМИ ДАННЫМИ ФОРМАТА NETCDF**

*Тесленок С. А., Тесленок К. С.*

Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, Саранск

E-mail: teslserg@mail.ru, kirilltesl@mail.ru

NetCDF (netCDF, Network Common Data Form) – машиннонезависимый (кроссплатформенный) двоичный формат самоописываемых расширяемых файлов, являющийся стандартом для обмена научными данными. Он является открытым стандартом, очень распространенным и в основном используется в метеорологии и климатологии (прогнозирование погоды, изучение изменения климата), для которых формат изначально создавался, а так же океанологии [2] и геоинформационных системах [1]. Его поддерживает много программ, а некоторые (большинство современных моделей общей циркуляции) имеют возможность выводить результаты своей работы в формате NetCDF.

Формат разработан в рамках программы Unidata – объединения университетов в области исследований атмосферы (University Corporation for Atmospheric Research) [<http://angel.cs.msu.su/projects/system/doc/netcdf.html>; 3] Университетской корпорации по атмосферным исследованиям (University Corporation for Atmospheric Research, UCAR) [<ftp://ftp.unidata.ucar.edu/pub/netcdf/>]. Задача введения формата и интерфейса NetCDF – обеспечить оптимальные условия для хранения и обработки данных больших объемов в переносимом и самоопределяемом виде [2]. Для обеспечения переносимости данные NetCDF хранятся в файлах согласно рекомендациям стандарта XDR, числа с плавающей запятой представляются в стандарте IEEE 754, запись данных в стандарте заданной платформы не поддерживается [<http://angel.cs.msu.su/projects/system/doc/netcdf.html>; <http://formats.ru/format/about/file/NETCDF>]. Расширение NetCDF-файла – nc. Известны два вида NetCDF – 32-битный и 64-битный для поддержки файлов размером более 2 гигабайт, введен с netCDF версии 3.6. [2].

Цели, преследуемые внедрением и использованием формата NetCDF, заключались в облегчении процесса обмена массивами данных между разными приложениями и компьютерами, уменьшении программных сложностей и ошибок при интерпретации данных и применении стандартного интерфейса [[www.izmiran.ru/POLAR2012/REPORTS/POLAR\\_2012\\_Belouschko2.pdf](http://www.izmiran.ru/POLAR2012/REPORTS/POLAR_2012_Belouschko2.pdf)].

Заголовок формата NetCDF содержит информацию о содержимом файла. Таким образом, формат позволяет хранить научные данные в виде массивов (матриц) и соответствующие метаданные (единицах измерения того или иного параметра, инструменты (или модели) получения данных, их автор и т.д.). Однако структура формата NetCDF имеет вид, доступный для работы продвинутым исследователям, имеющим навыки по работе с банками данных. Кроме того, соответствующая техническая документация отрывочна и представлена, в основном, на тематических форумах сети интернет. Найти нужную информацию о структуре NetCDF и возможностях работы с файлами этого формата в виде публикаций достаточно проблематично [2]. Кроме того, исходный файл NetCDF-формата представляет собой двоичный код, с которым нельзя работать напрямую или посредством стандартных программных инструментов (MS Excell, Access и т.п. программное обеспечение). Но возможности поддержки netCDF-файлов имеют специализированный пакет MatLab (начиная с версии 7.01) [<http://koldunov.net/?p=540>], библиотека для доступа к NetCDF языков программирования C, C++, Fortran, Perl, Java [2].

В связи с этим по нашему мнению может оказаться полезным краткий анализ программного обеспечения для работы с пространственно-временными данными формата NetCDF.

Непосредственно для визуализации исходной информации в ASCII-виде разработано ее текстовое представление (Common Data form Language, CDL) и соответствующее программное обеспечение, позволяющее выполнять преобразования двоичного представления в текстовое и наоборот (утилиты конвертации NetCDF ⇔ CDL). Для преобразования файла \*.nc в ASCII возможно использование программы ncdump [<https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>; [http://www.opendap.org/nc\\_clients](http://www.opendap.org/nc_clients); [http://nsidc.org/data/hdfeos/hdf\\_to\\_ascii.html](http://nsidc.org/data/hdfeos/hdf_to_ascii.html)]. Результатом автоматической декомпиляции является текст программы в ASCII, который может восприниматься и как способ представления информации. Полученный текстовый файл представлен в виде двоичного кода CDL-формата (ASCII). Причем при помощи ncdump.exe можно получить дамп всего файла целиком, его заголовка или отдельной переменной. При необходимости его можно отредактировать, изменить описания переменных, добавить нужные параметры, а затем произвести обратное преобразование с заданием нужного (32 или 64 битного) формата в бинарный файл \*.nc при помощи ncgen [<http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>].

Возможно конвертирование NetCDF в ASCII при помощи Python [<https://code.google.com/p/pythonxy/>], при этом выходной формат может задаваться любым по желанию пользователя [[http://koldunov.net/?tag=netcdf](http://koldunov.net/?tag=netcdf;); [http://koldunov.net/?cat=52](http://koldunov.net/?cat=52;); <http://nbviewer.ipython.org/gist/koldunov/4964582>]. Для картографического представления данных формата NetCDF необходим пакет Basemap [<https://code.google.com/p/pythonxy/wiki/AdditionalPlugins>] который устанавливается как дополнительный модуль к Python.

Существует большое количество утилит для визуализации и обработки данных NetCDF (ncBrowse, CDO, ncview, Panoply, GMT, GrADS, NCL, NCO и др.). Одна из самых простых программ для работы с файлами формата NetCDF – это бесплатная кроссплатформенная ncBrowse [<http://www.epic.noaa.gov/java/ncBrowse/>]. С ее помощью можно быстро просмотреть содержание файла, представить данные в графическом виде и перевести в формат ASCII на языке CDL. Еще одна программа для обработки NetCDF-файлов – CDO (Climate Data Operators) [<http://koldunov.net/?p=401>] на C++, позволяющая проводить различные манипуляции с файлами, включая осреднение и выборку по различным осям, установку временной оси, интерполяцию полей, объединение и разделение файлов. В отличие Python, она обладает очень простым для понимания синтаксисом и справляется с крупномасштабными задачами значительно быстрее [<http://koldunov.net/?p=401#more-401>].

Представляет интерес такой инструмент анализа файлов NetCDF, как FileViewPro [<http://www.solvusoft.com/ru/download/fileviewpro/>], который быстро сканирует, анализирует и выдает подробную информацию о файле NetCDF, включающую его тип файла, сопоставленное с ним приложение, имя создавшего файл пользователя, статус защиты [<http://www.solvusoft.com/ru/file-extensions/file-extension-netcdf/>].

Для просмотра NetCDF-файлов могут использоваться NetCDF.view [<http://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/index.html>] и NetCDF Reader [<http://resetius.ru/files/netcdf-reader-1.0.1.tar.bz2>]. Последний позволяет читать заголовки, извлекать из файла данные, делать проекцию на любые измерения.

Еще одной программой имеющей возможность работы с файлами NetCDF, являются GrADS (Grid Analysis and Display System) и OpenGrADS [<http://sourceforge.net/projects/opengrads/files/grads2/2.0.1.oga.1/Windows/>; <http://www.opengrads.org/>] – интерактивная система для анализа, визуализации и обработки гидрометеорологических данных [<http://www.iges.org/grads/grads.html>].

Используя возможности, открывающиеся при работе с файлами формата NetCDF, обязательно необходимо помнить, что в них представлена не первичная информация, а это базы данных реанализа – базы, информация в которых частично восстановлена с использованием физико-математических моделей. Это требует разумных подходов и особой осторожности в использовании подобных данных в научных исследованиях.

*Выполнено при поддержке РФФИ (проект № 14-05-00860-а)*

#### Список использованных источников

1. Ивлиева Н. Г. Об использовании в ГИС пространственно-временных данных в формате NetCDF // Геоинформационное картографирование в регионах России : материалы VI (заочной) Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 20 ноября 2014 г.). – Воронеж : Научная книга, 2014. – С. 57–58.
2. Океанология. Океанография. Форум Oceanographers.RU. Режим доступа: <http://www.oceanographers.ru/forum/>
3. The NetCDF Users Guide. Data Model, Programming Interfaces, and Format for Self-Describing, Portable Data. NetCDF version 4.0. 2008.